

Pendugaan Produktivitas Kopal berdasarkan Beberapa Peubah Fenotipe Pohon Agatis (*Agathis loranthifolia*, Salisb) di Hutan Pendidikan Gunung Walat

Productivity Estimation of Copal based on Some Variables of Agatis Tree Phenotype (Agathis loranthifolia, Salisb) in Mount Walat Educational Forest

Edje Djamhuri dan Muhaemin

Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan IPB

ABSTRACT

Selection process to obtain agatis tree of leaky copal need a long time. So, needed a fast way to estimate copal leaky tree based on variable of tree phenotype. This research aims to produce estimation model of copal productivity and explain the tightness of relationship level among copal productivity with some variable of tree phenotype and between variables of phenotype tree. Analysis uses double linier regresion with four phenotype variables, such as stem diameter, bark thickness, total height, and canopy volume. Based on analysis result, the best model is $\hat{y} = -1.445 + 6.072x_1 + 0.016x_2 + e$ with $R^2 = 49.3\%$, x_1 = bark thickness and x_2 = canopy volume. Copal productivity has strong positive correlation significant with canopy volume ($r = 0.601$), moderate positive correlated with diameter ($r = 0.550$) and bark thickness ($r = 0.469$) and aslo low positive correlated sygnificant with total height ($r = 0.355$). Stem diameter has moderate positive correlation with bark thickness ($r = 0.594$), total height ($r = 0.478$), and canopy volume ($r = 0.470$). Bark thickness is positively low correlated not significant with total height ($r = 0.209$) and canopy volume ($r = 0.189$). Tree height is strong positive correlated with canopy volume ($r = 0.628$).

Keywords: *Agathis loranthifolia*, fenotipe, kopal, korelasi, regresi linear berganda

PENDAHULUAN

Potensi hutan sebagai sumber devisa negara dapat diperoleh dari produksi kayu dan hasil hutan bukan kayu. Di antara banyaknya komoditi hasil hutan bukan kayu yang ada di Indonesia, kopal merupakan salah satu komoditi unggul yang banyak diusahakan.

Kopal ialah getah yang diperoleh dari pohon *Agathis* spp. yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan industri seperti cat, vernis, lak merah, tinta, bahan *sizing*, bahan pelapis untuk tekstil, bahan kosmetik dan bahan perekat (Waluyo *et al.* 2004). Kebutuhan akan hasil industri tersebut makin meningkat sejalan dengan pertambahan penduduk sehingga perlu dilakukan upaya-upaya peningkatan produktivitas kopal sebagai bahan baku utamanya.

Kegiatan pemuliaan pohon perlu dilakukan untuk mendapatkan pohon-pohon agatis yang memiliki kemampuan menghasilkan kopal yang banyak atau yang dikenal dengan pohon bocor kopal. Tahap awal dari kegiatan pemuliaan pohon tersebut adalah melakukan seleksi pohon plus, yaitu memilih individu-individu pohon agatis yang bocor kopal. Proses seleksi pohon bocor kopal memerlukan waktu yang relatif lama karena harus melakukan penyadapan setiap minggu dan dilakukan berulang kali. Oleh karena itu, perlu mencari cara yang cepat untuk menduga pohon bocor kopal berdasarkan peubah fenotipe pohon yang dengan mudah diukur dan memengaruhi produktivitas kopal.

Hasil penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa salah satu faktor yang memengaruhi produktivitas kopal

ialah sifat fenotipe pohon. Menurut Ruffie (1985) yang diperkuat oleh Lempang (1997) menyebutkan bahwa semakin besar diameter batang akan semakin banyak menghasilkan kopal. Darmawan (1993) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa tinggi pohon dan diameter tajuk berpengaruh positif terhadap produktivitas kopal. Sementara Soenarno dan Idris (1987) menyatakan bahwa tebal kulit berpengaruh positif terhadap banyaknya kopal yang dihasilkan.

Seleksi pohon plus yang efektif ialah seleksi yang dilakukan terhadap beberapa fenotipe pada saat yang sama. Hal tersebut dapat dilakukan apabila antara peubah fenotipe satu sama lain berkorelasi positif.

Hubungan peubah fenotipe pohon tertentu dapat dilihat dengan menggunakan model persamaan regresi. Selain itu, korelasi antara peubah fenotipe dengan produktivitas kopal dan antar peubah fenotipe dapat digunakan untuk mengetahui tingkat keeratannya. Dengan demikian, diharapkan penelitian ini pertama mampu memberikan solusi untuk melakukan seleksi pohon agatis bocor kopal secara cepat dan kedua dapat memberikan informasi kemungkinan dilakukan seleksi lebih dari satu fenotipe pada saat yang sama.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan model regresi linear yang dapat digunakan untuk menduga produktivitas kopal. Selain itu penelitian ini juga bertujuan untuk menerangkan tingkat keeratan hubungan antara produktivitas kopal dengan beberapa peubah fenotipe pohon dan antar peubah fenotipe pohon di Hutan Pendidikan Gunung Walat (HPGW) Kabupaten Sukabumi.

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah dapat mengetahui pohon-pohon agatis yang bocor kopal secara cepat. Selain itu dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam melakukan seleksi lebih dari satu fenotipe pada saat yang sama dan dapat mengetahui teknik silvikultur apa yang dapat meningkatkan produktivitas kopal.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dimulai pada bulan Oktober 2012 sampai bulan Desember 2012 bertempat di Hutan Pendidikan Gunung Walat (HPGW) Fakultas Kehutanan IPB, Kabupaten Sukabumi. Lokasi tegakan hutan tanaman agatis yang diteliti ialah di sebelah timur *camp* HPGW yang berada pada koordinat 6°54'51.59" LS - 6°54'56.52" LS dan 106°49'29.78" BT - 106°49'27.56" BT.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tegakan hutan tanaman agatis (*A. loranthifolia*) yang berada di HPGW.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kadukul, timbangan digital, jangka sorong, seng, hagahipsometer, kompas, pita ukur 1.5 meter, pita ukur 50 meter, penggaris, *tallysheet*, alat tulis, alat hitung, kamera, label, plastik, dan laptop.

Prosedur Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini terdiri atas beberapa tahapan, yaitu tahap pemilihan pohon, pengambilan data, serta analisis data.

Pemilihan pohon

Pemilihan pohon dilakukan secara *purposive sampling*. Pohon yang dipilih sebanyak 49 pohon. Kriteria pohon yang dipilih menurut Riyanto (1980) dalam Darmawan (1993) adalah pohon berdiameter lebih dari 30 cm, sehat dan mampu menghasilkan kopal (bukan damar lanang).

Pengambilan data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer yaitu:

1. Diameter batang

Pengukuran diameter batang dilakukan dengan mengukur keliling batang pada ketinggian 1.3 meter dari permukaan tanah dengan menggunakan pita ukur kemudian dikonversi ke diameter batang.

2. Tebal kulit

Pengukuran tebal kulit dilakukan dengan melukai pohon yang akan disadap kemudian diukur ketebalannya dengan menggunakan kaliper. Pengukuran tebal kulit dilakukan di 4 tempat, yaitu di setiap sisi kulit yang dilukai.

3. Tinggi total

Pengukuran tinggi total dilakukan dengan menggunakan hagahipsometer.

4. Volume tajuk

Volume tajuk diketahui dengan cara menghitung volume kerucut dengan rumus sebagai berikut: $V = \frac{1}{3} \cdot \pi r^2 t$

Keterangan: V = Volume tajuk

$\pi = 3.14$

r = jari-jari tajuk

t = tinggi tajuk.

Tinggi tajuk diketahui berdasarkan tinggi total dikurangi tinggi bebas cabang. Jari-jari tajuk diketahui berdasarkan diameter tajuk rata-rata dibagi dua. Pengukuran diameter tajuk dilakukan dengan cara memproyeksikan tajuk di atas permukaan tanah.

5. Produksi kopal

Produksi kopal diperoleh dari hasil sadapan sebanyak 6 kali penyadapan. Penyadapan dilakukan dengan cara melukai bagian kulit pohon menggunakan kadukul. Perlukaan atau pola sadap berbentuk persegi panjang berukuran 10 cm x 6 cm. Pada bagian bawah perlukaan dipasang seng sebagai penampung kopal. Penyadapan dilakukan pada pagi hari dengan arah sadap menghadap ke barat. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Soenarno dan Idris (1987) di Kecamatan Cicurug yang menyatakan bahwa penyadapan pada pagi hari menghasilkan kopal yang lebih banyak dibandingkan dengan penyadapan yang dilakukan siang atau sore hari. Selain itu perlukaan pada arah barat lebih banyak menghasilkan kopal dibanding arah sadap timur. Setelah interval waktu 7 hari, kopal dipungut dan luka sadap diperbarui agar kopal kembali mengalir. Selanjutnya hasil kopal tersebut ditimbang beratnya dengan menggunakan timbangan dengan ketelitian 10^{-2} .

Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis dengan menggunakan analisis regresi linear berganda. Hal tersebut didasarkan pada hasil penelitian Darmawan (1993) yang menyatakan bahwa model regresi yang terbaik untuk menduga produktivitas kopal adalah regresi linear jika dibandingkan dengan regresi logaritmatik, regresi log-lin, dan regresi lin-log. Persamaan regresi linear berganda yang digunakan adalah sebagai berikut (Walpole 1992):

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + e$$

Keterangan: \hat{y} = produktivitas kopal (gram)

b_0, b_1, \dots, b_4 = koefisien regresi

x_1 = diameter batang (cm)

x_2 = tebal kulit (cm)

x_3 = tinggi total (m)

x_4 = volume tajuk (m^3)

e = error

Analisis koefisien determinasi (R^2) dilakukan untuk mengetahui persentase sumbangan pengaruh peubah bebas (x_1, x_2, x_3, x_4) secara serentak terhadap peubah

tidak bebas (\hat{y}). Koefisien ini menunjukkan seberapa besar persentase variasi peubah bebas yang digunakan dalam model mampu menjelaskan variasi peubah tidak bebas. Jika nilai $R^2 > 0.5$ maka model tersebut dapat dipertimbangkan untuk digunakan (Sugiyono 2007).

Sidik ragam dilakukan untuk mengetahui pengaruh peubah bebas (x_1, x_2, x_3, x_4) secara bersama-sama terhadap peubah tidak bebas (\hat{y}) atau untuk mengetahui apakah model regresi dapat digunakan atau tidak untuk menduga peubah tidak bebas.

Analisis koefisien korelasi (r) dilakukan untuk mengetahui keeratan hubungan antara peubah tidak bebas (\hat{y}) dan peubah bebas (x_1, x_2, x_3, x_4) dan antar peubah bebas (x_1, x_2, x_3, x_4). Jika nilai r semakin mendekati 1 maka tingkat keeratan hubungan yang terjadi semakin kuat, sebaliknya jika nilai r semakin mendekati 0 maka tingkat keeratan hubungan yang terjadi semakin lemah. Tingkat keeratan hubungan menggunakan klasifikasi dari Sugiyono (2007) sebagai berikut: 0.00 – 0.199 (sangat rendah), 0.20 – 0.399 (rendah), 0.40 – 0.599 (sedang), 0.60 – 0.799 (kuat), 0.80 – 1.00 (sangat kuat).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produktivitas Kopal dan Fenotipe Pohon

Berdasarkan hasil penyadapan yang telah dilakukan, diperoleh produksi kopal rata-rata terendah sebanyak 4.10 gram/pohon/penyadapan, sedangkan produksi kopal rata-rata tertinggi sebanyak 22.92 gram/pohon/penyadapan.

Kopal merupakan eksudat dari kulit pohon *Agathis* spp. berupa cairan kental berwarna jernih atau putih yang semakin lama semakin keras setelah terkontaminasi dengan udara. Kopal diperoleh dengan cara melukai kulit. Saluran kopal hanya terdapat pada kulit pohon agatis bagian dalam yang letaknya sejajar dengan sumbu pohon (Whitmore 1977 dalam Darmawan 1993).

Fenotipe pohon yang menjadi peubah bebas pada penelitian ini adalah diameter batang, tebal kulit, tinggi total dan volume tajuk.

Hubungan antara Produktivitas Kopal dengan Peubah Fenotipe Pohon

Hubungan antara produktivitas kopal dengan peubah fenotipe pohon dianalisis menggunakan regresi linear berganda. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil analisis hubungan antara produktivitas kopal dengan peubah fenotipe pohon

Penduga	Koefisien	Simpangan baku	T_{hit}	$Pr > F$
Konstanta	1.009	4.429	0.23	0.821
Diameter batang (cm)	0.072	0.056	1.28	0.208
Tebal kulit (cm)	4.617	2.169	2.13	0.039*
Tinggi total (m)	-0.167	0.170	-0.98	0.332
Volume tajuk (m^3)	0.017	0.004	3.90	0.000**

$S = 3.35160$; $R-Sq = 51.6\%$; $R-Sq(adj) = 47.2\%$; * = berpengaruh nyata pada taraf $\alpha = 5\%$; ** = berpengaruh sangat nyata pada taraf $\alpha = 1\%$.

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh model regresi linear berganda sebagai berikut:

$$\hat{y} = 1.009 + 0.072x_1 + 4.617x_2 - 0.167x_3 + 0.017x_4 + e$$

Keterangan: \hat{y} = produktivitas kopal (gr)
 x_1 = diameter batang (cm)
 x_2 = tebal kulit (cm)
 x_3 = tinggi total (m)
 x_4 = volume tajuk (m^3)
 e = error

Nilai koefisien determinasi atau $R^2 = 51.6\%$ menunjukkan bahwa persentase sumbangan pengaruh peubah bebas (x_1, x_2, x_3 dan x_4) secara serentak terhadap produktivitas kopal sebesar 51.6%. Hal tersebut menerangkan bahwa variasi peubah bebas yang digunakan dalam model mampu menjelaskan sebesar 51.6% variasi peubah tidak bebas, sedangkan sisanya sebesar 48.4% dipengaruhi atau dijelaskan oleh peubah lain yang tidak dimasukkan dalam model penelitian ini. Untuk mengetahui model tersebut dapat digunakan atau tidak, dilakukan sidik ragam. Hasil dari sidik ragam dapat dilihat pada Tabel 2.

P -value dengan taraf uji 5% pada Tabel 2 menunjukkan nilai yang signifikan yaitu 0.000. Hal ini berarti bahwa model yang dihasilkan dari analisis tersebut dapat digunakan untuk menduga peubah tak bebas atau produktivitas kopal. Tabel 1 menunjukkan bahwa P -value dari fenotipe pohon berturut-turut untuk diameter batang, tebal kulit, tinggi total dan volume tajuk adalah 0.208, 0.039, 0.332, dan 0.000. Hal ini berarti bahwa peubah yang berpengaruh nyata secara serentak terhadap produktivitas kopal adalah tebal kulit dan volume tajuk sedangkan peubah lain yaitu diameter pohon dan tinggi pohon secara serentak tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap produktivitas kopal.

Sehubungan dengan hal tersebut, peubah tebal kulit dan volume tajuk diuji kembali untuk menduga produktivitas kopal. Hasil analisis hubungan antara produktivitas kopal dengan tebal kulit dan volume tajuk disajikan pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh model regresi linear berganda dengan dua variabel sebagai berikut:

$$\hat{y} = -1.445 + 6.072x_1 + 0.016x_2 + e$$

Keterangan: \hat{y} = produktivitas kopal (gr)
 x_1 = tebal kulit (cm)
 x_2 = volume tajuk (m^3)
 e = error

Tabel 3 menunjukkan bahwa R^2 yang dihasilkan dari analisis dengan menggunakan dua peubah fenotipe yaitu tebal kulit dan volume tajuk adalah 49.3%. Nilai tersebut tidak jauh berbeda dengan R^2 yang dihasilkan

dari analisis dengan empat peubah sebelumnya yaitu 51.6%. Selain itu, P -value yang dihasilkan menunjukkan bahwa kedua peubah memberikan pengaruh nyata secara serentak terhadap produktivitas kopal. Untuk mengetahui keberartian model tersebut atau untuk mengetahui model tersebut dapat digunakan atau tidak, dilakukan sidik ragam. Hasil dari sidik ragam dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 2 Sidik ragam untuk regresi linear berganda dengan empat peubah

Sumber keragaman	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F_{hitung}	Pr>F
Regresi		526.84	131.71	11.73	0.000**
Sisa	44	494.26	11.23		
Total	48	1021.10			

** = berpengaruh sangat nyata

Tabel 3 Hasil analisis hubungan antara produktivitas kopal dengan tebal kulit dan volume tajuk

Penduga	Koefisien	Simpangan baku	T_{hit}	Pr>F
Konstanta	-1.445	2.492	-0.58	0.565
Tebal kulit (cm)	6.072	1.762	3.45	0.001**
Volume tajuk (m^3)	0.016	0.003	4.97	0.000**

$S = 3.35561$; $R-Sq = 49.3\%$; $R-Sq(adj) = 47.1\%$; ** = berpengaruh sangat nyata pada taraf $\alpha = 1\%$.

Tabel 4 Sidik ragam untuk regresi linear berganda dengan dua peubah

Sumber keragaman	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F_{hitung}	Pr>F
Regresi	2	503.14	251.00	22.34	0.000**
Sisa	46	517.97	11.26		
Total	48	1021.11			

** = berpengaruh sangat nyata.

Tabel 5 Matriks koefisien korelasi antara produktivitas kopal dengan peubah fenotipe pohon dan antar peubah fenotipe pohon

	Diameter batang	Tebal kulit	Tinggi total	Volume tajuk
Tebal kulit	0.594**			
Tinggi total	0.478**	0.209 ^{tn}		
Volume tajuk	0.470**	0.189 ^{tn}	0.628**	
Produktivitas kopal	0.550**	0.469**	0.355*	0.601**

** = sangat nyata; * = nyata; tn = tidak nyata.

Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa nilai P -value yang dihasilkan adalah 0.000 sehingga model yang diperoleh dapat digunakan untuk menduga peubah tidak bebas atau produktivitas kopal.

Model yang diperoleh dari analisis regresi linear berganda dengan menggunakan empat peubah dan dua peubah dapat digunakan untuk menduga peubah tidak bebas atau produktivitas kopal. Namun, model regresi linear dengan dua peubah lebih layak dan lebih baik digunakan dibandingkan dengan model regresi linear dengan empat peubah. Hal ini disebabkan model regresi linear dengan menggunakan empat peubah memiliki multikolinearitas atau ada keterikatan antar peubah yang dapat dilihat secara lengkap pada Tabel 5. Selain itu, model dengan menggunakan peubah yang

lebih sedikit akan lebih mengefektifkan dalam pemilihan pohon yang bocor kopal.

Korelasi antara Produktivitas Kopal dengan Peubah Fenotipe Pohon dan antar Peubah Fenotipe Pohon

Perhitungan koefisien korelasi (r) antara produktivitas kopal dengan peubah fenotipe pohon dan antar peubah fenotipe pohon dimaksudkan untuk mengetahui tingkat keeratan hubungan antara produktivitas kopal dengan peubah fenotipe pohon dan antar peubah fenotipe pohon. Matriks koefisien korelasi antara produktivitas kopal dengan peubah fenotipe pohon dan antar peubah fenotipe pohon disajikan pada Tabel 5.

Jika mengacu pada klasifikasi korelasi menurut Sugiyono (2007), produktivitas kopal memiliki korelasi positif yang kuat dan sangat nyata dengan volume tajuk (nilai $r = 0.601$). Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Vlies dan Tammes (1940) dalam Setiawan (1997) yang menyatakan bahwa semakin besar volume tajuk akan semakin banyak menghasilkan kopal. Manuputty (1955) juga memiliki pandangan yang sama bahwa produktivitas kopal yang tinggi terdapat pada pohon yang memiliki tajuk yang tebal.

Getah merupakan hasil proses metabolisme pohon yang sangat erat kaitannya dengan proses fotosintesis (Efendi 2000). Proses fotosintesis berlangsung dalam kloroplas yang terdapat dalam daun dengan cara menyerap cahaya matahari untuk kemudian diubah menjadi energi. Semakin banyak daun yang dimiliki oleh suatu pohon, proses fotosintesis yang terjadi akan semakin intensif dan energi yang dihasilkan akan semakin banyak (Campbell *et al.* 2002). Pohon yang memiliki volume tajuk yang besar secara tidak langsung akan banyak menghasilkan kopal karena proses metabolismenya semakin intensif.

Produktivitas kopal memiliki korelasi positif yang sedang dan sangat nyata dengan diameter batang dan tebal kulit (nilai r masing-masing adalah 0.550 dan 0.469). Menurut Ruffie (1985), semakin besar diameter batang akan semakin banyak menghasilkan kopal. Hal ini diperkuat oleh Lempang (1997) yang melakukan penelitiannya di Luwu Propinsi Sulawesi Selatan. Soenarno (1997) dalam penelitiannya menyatakan hal yang sama bahwa semakin besar ukuran diameter batang, kopal yang dihasilkan akan semakin banyak.

Soenarno dan Idris (1987) menyatakan bahwa perbedaan ketebalan kulit mengakibatkan perbedaan banyaknya saluran kopal sehingga ketika disadap akan menghasilkan hasil panen kopal yang berbeda pula. Itu artinya produktivitas kopal dipengaruhi oleh ketebalan kulit. Sebagaimana hasil penelitiannya di BKPH Cicurug, KPH Sukabumi bahwa pohon yang berkulit tebal lebih banyak menghasilkan kopal dibandingkan dengan pohon yang berkulit tipis. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Manuputty (1955) yang menyatakan bahwa saluran kopal terletak pada lapisan khusus yang tersusun secara tangensial di antara kambium dan kambium gabus. Jumlah saluran kopal tersebut semakin ke dalam semakin banyak sehingga semakin tebal kulit agatis semakin banyak pula saluran kopal yang ada dan akan menghasilkan kopal yang lebih banyak. Santosa (2006) juga menyebutkan bahwa saluran kopal sebagian besar terletak pada kulit bagian dalam (*inner bark*) sehingga semakin mendekati kambium penyebaran saluran kopal semakin rapat dan ukuran diameter saluran kopal relatif lebih besar. Pada kulit bagian luar hanya sedikit sekali adanya saluran kopal. Saluran kopal hanya terdapat pada kulit pohon tidak terdapat pada kayu.

Antara produktivitas kopal dengan tinggi total berkorelasi positif yang nyata, namun koefisien korelasi tersebut tergolong rendah (nilai $r = 0.355$). Nilai tersebut merupakan nilai koefisien korelasi terkecil antara produktivitas kopal dengan peubah fenotipe pohon.

Sementara itu, diameter batang memiliki korelasi positif yang sangat nyata dengan semua peubah fenotipe pohon lainnya seperti tebal kulit, tinggi total, dan volume tajuk. Nilai r masing-masing korelasi tersebut ialah 0.594 untuk tebal kulit, 0.478 untuk tinggi total dan 0.470 untuk volume tajuk. Korelasi tersebut tergolong sedang karena nilai r berada pada kisaran 0.40 – 0.599. Jika suatu pohon memiliki diameter batang yang besar maka secara tidak langsung pohon tersebut akan tinggi, memiliki kulit yang tebal dan volume tajuk yang besar serta produktivitas kopal yang banyak.

Korelasi positif yang kuat dan sangat nyata terjadi pada volume tajuk dengan tinggi pohon yang menghasilkan nilai $r = 0.628$. Hal ini sesuai dengan pernyataan Manuputty (1955) yang menyatakan bahwa antara besarnya tajuk dan tinggi pohon memiliki hubungan yang kuat. Dengan demikian, semakin tinggi suatu pohon maka volume tajuk pohon tersebut akan semakin besar karena semakin tinggi pohon pertumbuhan tajuk semakin berkembang ke samping. Berdasarkan informasi tingkat keeratan hubungan antar fenotipe tersebut sangat memungkinkan dilakukan seleksi terhadap diameter batang, tebal kulit, tinggi total, volume tajuk dan produktivitas kopal pada saat yang sama karena satu sama lain berkorelasi positif yang sangat nyata.

Tebal kulit memiliki korelasi positif yang rendah dan tidak nyata dengan tinggi pohon (nilai $r = 0.209$), sedangkan korelasi antara tebal kulit dengan volume tajuk tergolong korelasi positif yang sangat rendah dan tidak nyata karena nilai r berada pada nilai 0.189. Hal ini menunjukkan bahwa tebal kulit dengan tinggi pohon dan volume tajuk memiliki tingkat keeratan hubungan yang rendah-sangat rendah.

Adanya korelasi antara produktivitas kopal dengan beberapa peubah fenotipe pohon dan antar peubah fenotipe pohon dapat dijadikan acuan dalam pengelolaan hutan agatis ditinjau dari aspek teknik silvikultur. Soenarno (1997) menyebutkan bahwa salah satu teknik silvikultur yang penting dalam pengelolaan hutan agatis adalah pengaturan atau penataan jumlah pohon optimal per satuan luas areal. Dengan demikian, perlu adanya penjarangan untuk menyesuaikan jumlah pohon optimal per satuan luas. Penjarangan bertujuan untuk menambah ruang tumbuh pohon. Pohon yang memiliki ruang tumbuh lebih luas memiliki pertambahan diameter batang yang lebih besar dibandingkan dengan pohon yang ruang tumbuhnya sempit. Ruang tumbuh yang luas juga akan membuat tajuk menjadi lebih besar (Indryanto 2008). Hal tersebut tentunya akan meningkatkan produktivitas kopal karena adanya korelasi positif yang sangat nyata antara produktivitas kopal dengan diameter batang dan volume tajuk. Selain itu, korelasi positif yang sangat nyata juga terjadi antara diameter batang dengan tebal kulit sehingga secara tidak langsung penjarangan akan menjadikan kulit pohon semakin tebal dan memiliki lebih banyak saluran kopal yang akan menghasilkan kopal lebih banyak.

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan model regresi linear untuk penduga produktivitas kopal di Hutan Pendidikan Gunung Walat (HPGW) yaitu $\hat{y} = -1.445 + 6.072x_1 + 0.016x_2 + e$ dengan $R^2 = 49.3\%$, x_1 = tebal kulit (cm) dan x_2 = volume tajuk (m^3).

Produktivitas kopal dengan volume tajuk memiliki korelasi positif kuat sangat nyata ($r = 0.601$). Produktivitas kopal memiliki korelasi yang positif sedang sangat nyata dengan diameter batang dan tebal kulit (nilai r masing-masing adalah 0.55 dan 0.469). Antara produktivitas kopal dengan tinggi total berkorelasi positif yang nyata, namun koefisien korelasi tersebut tergolong rendah (nilai $r = 0.355$). Sementara itu, diameter batang memiliki korelasi positif sedang sangat nyata dengan semua peubah fenotipe pohon lainnya seperti tebal kulit, tinggi total, dan volume tajuk. Nilai r masing-masing korelasi tersebut ialah 0.594 untuk tebal kulit, 0.478 untuk tinggi total dan 0.47 untuk volume tajuk. Tebal kulit memiliki korelasi positif rendah tidak nyata dengan tinggi total dan volume tajuk ($r = 0.209$ untuk tinggi total dan $r = 0.189$ untuk volume tajuk). Tinggi pohon berkorelasi positif kuat sangat nyata dengan volume tajuk ($r = 0.628$).

SARAN

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai alat bantu untuk pendugaan produktivitas kopal hutan tanaman agathis di Hutan Pendidikan Gunung Walat (HPGW). Seleksi terhadap produktivitas kopal, diameter batang, tebal kulit, tinggi total dan volume tajuk dapat dilakukan pada saat yang sama. Untuk meningkatkan produktivitas kopal disarankan untuk melakukan penjarangan sesuai dengan kondisi tegakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Campbell NA, Reece JB, Mitchell LG. 2002. *Biologi Jilid 1 Edisi ke-Lima*. Lestari R, Adil EIM, Anita N, Andri, Wibowo WF, Manalu W, penerjemah; Safitri A, Simarmata L, Hardani HW, editor. Jakarta (ID): Erlangga. Terjemahan dari: *Biology Fifth Edition*.
- Darmawan I. 1993. Hubungan antara beberapa peubah pohon dengan produksi getah damar (*Agathis loranthifolia* Salisb) [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Efendi C. 2000. Pengaruh diameter, tinggi pohon dan panjang tajuk terhadap produksi getah pinus (*Pinus merkusii* Jungh Et de Vriese) dan pendapatan di PT. INHUTANI 1 Satwil Tator-Palopo Sulawesi Selatan [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Indriyanto. 2008. *Pengantar Budidaya Hutan*. Jakarta (ID): Bumi Aksara.
- Lempang M. 1997. Uji beberapa pola sadap untuk menduga produksi kopal dari pohon agathis (*Agathis hamii* M.Dr.). *Buletin Penelitian Kehutanan* 2(1):15-25.
- Manuputty DN. 1955. Keluarga agathis di Indonesia. *Rimba Indonesia* 3(4):132-188.
- Pratiwi A. 2008. Pengaruh pemberian pupuk kalium terhadap produksi getah *Agathis* spp (kopal) di Hutan Pendidikan Gunung Walat Sukabumi [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Rufi'ie. 1985. Pengaruh diameter pohon *Agathis lorantifolia* Salisb, banyaknya pelakuan dan interval waktu penyadapan terhadap produksi dan biaya penyadapan kopal [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Santosa G. 2006. Pengembangan metode penyadapan kopal melalui penerapan teknik sayatan [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Setiawan H. 1997. Pengaruh bentuk, letak sadapan dan pemberian tutup plastik hitam terhadap produksi getah pohon agathis (*Agathis loranthifolia* Salisb) [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Soenarno, Idris MM. 1987. Copal production on *Agathis* spp. of varying bark thicknesses, Cicurug Sub Forest District, Sukabumi Forest District, West Java. *Duta Rimba* 9(81):3-6.
- Soenarno. 1997. Taksiran produktivitas kopal melalui teknik penyadapan pohon agathis secara terkendali. *Buletin Penelitian Kehutanan* 2(1):42-52.
- Sugiyono. 2007. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung (ID): Alfabeta.
- Walpole RE. 1992. *Pengantar Statistika Edisi ke-3*. Sumantrri B, penerjemah. Jakarta (ID): Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama. Terjemahan dari: *Introduction to Statistics 3rd Edition*.
- Waluyo T, Sumadiwangsa ES, Hastuti P, Kusmiyati E. 2004. Sifat-sifat kopal manila dari Probolinggo, Jawa Timur. *Penelitian Hasil Hutan* 22(2):87-94.